

RÉPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE

Note sur l'établissement de tarifs de cubage
pour le *Gmelina arborea*. Roxb

25
CIRAD Forêt
IDEFOR
Département Foresterie
Novembre 1997

Gines MALDONADO
Division Amélioration Génétique

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Introduction

Un tarif de cubage est un tableau, un graphique ou une formule qui permet d'estimer le volume d'un arbre ou d'un ensemble d'arbres en fonction de diverses variables qui sont les entrées du tarif. Ces entrées sont des caractéristiques dendrométriques de l'arbre (circonférence, diamètre, hauteur totale) ou du peuplement (surface terrière, hauteur moyenne). (Mémento du Forestier, CTFT)

Un tarif de cubage individuel peut donner en fait le volume d'un groupe d'arbres comme somme de volumes d'arbres individuels.

Ce rapport présente pour l'essentiel un tarif de cubage à deux entrées : hauteur totale et circonférence, valable pour des circonférences comprises entre 22 et 110 cm.

I. Méthode

I.1. Calcul des tarifs

Plusieurs tarifs de cubage ont été calculés pour le *Gmelina arborea* à partir d'un échantillon de 546 arbres dont les circonférences sont comprises entre 22 cm et 110 cm (N'Guessan 1987). Ces arbres proviennent des plantations de l'IDEFOR-DFO d'égale densité initiale, essentiellement de l'essai CCT. Plot de la Sangoué installé en 1982 (Balle, 1982) et d'autres plantations à Mopri. Les arbres ont été abattus et mesurés. Les données sylvicoles sont reportées sur une table des données en annexe.

I.1.1. Tarifs classiques à une entrée C et à deux entrées C, H

Les tarifs sont obtenus par régression linéaire ou polynomiale selon l'équation de la courbe correspondante ($y=ax+b$ ou $y=ax^2+bx+c$). Le résultat du calcul de régressions par la méthode de Cailleux (Cailleux et Blanc, 1979) diffère de celui des régressions obtenues par le logiciel Excel. Les deux équations sont comparées par la suite.

I.1.2. Tarifs pondérés

On remarque que la variance du volume est une fonction croissante de la circonférence (ou du diamètre). Or, l'échantillon contient peu de gros arbres. Ainsi, la dispersion des observations pour les fortes circonférences entraîne des biais en poussant la régression à sous-estimer les volumes des petites circonférences. On utilise une pondération cherchant à rééquilibrer le poids des petits arbres vis-à-vis des gros. La démarche de la pondération est expliquée en I.2.

6 modèles de tarifs de cubage ont été testés pour l'échantillon considéré et sont présentés dans cette note. Il faut ajouter les trois tarifs calculés par Excel (cf Tableau 1).

		n°Tarif	Modèle	Hypothèse de proportionnalité de Var(V)
pondération	1 entrée	1	$V = a + b.C^2$	C^4
		2	$V = a + b.C^2$	C^2
		3	$V = a + b.C + c.C^2$	C^2
	2 entrées	4	$V = a + b.C^2H$	C^2H
		5	$V = a + b\sqrt{C^2H} + c.C^2H$	$(C^2H)^2$
		6	$V = a + b\sqrt{C^2H} + c.C^2H$	C^2H
Excel	1ent	7	$V = a + b.C + c.C^2$	-
	2ent	8	$V = a + b.C^2H$	-
		9	$V = a + b\sqrt{C^2H} + c.C^2H$	-

Tableau 1 : Modèles de tarifs de cubage proposés

I.2. La pondération

I.2.1. Vérification de l'hypothèse de proportionnalité de Var(V)

On étudie la linéarité de var(V) par rapport aux différentes variables en répartissant le peuplement mesuré en k classes de circonférence croissance et dont on relie la variance des volumes aux moyennes des variables utilisées.

L'équation de proportionnalité peut être pour $V = a + b.C^2H$

$$\text{var}(V) = k.((C^2H)^2)^e \quad k \text{ et } e \text{ étant des constantes réelles}$$

La relation logarithmique devient linéaire de type :

$$\ln(\text{var}(V)) = \ln(k) + e.\ln((C^2H)^2)$$

Hypothèse de proportionnalité	Modèles	Régression logarithmique	r^2
$\text{var}(V) = f(C^2)$	$V = a + b.C^2$ $V = a + b.C + c.C^2$	$\ln(\text{var}(V)) = 1,5641.\ln(C^2) - 3,8654$	0,9588
$\text{var}(V) = f(C^4)$	$V = a + b.C^2$	$\ln(\text{var}(V)) = 1,0213.\ln(C^4) - 3,8518$	0,9604
$\text{var}(V) = f(C^2H)$	$V = a + b.C^2H$ $V = a + b\sqrt{C^2H} + c.C^2H$	$\ln(\text{var}(V)) = 2,0452.\ln(C^2H) - 8,935$	0,9540
$\text{var}(V) = f((C^2H)^2)$	$V = a + b.C^2H$ $V = a + b\sqrt{C^2H} + c.C^2H$	$\ln(\text{var}(V)) = 1,5662.\ln((C^2H)^2) - 8,975$	0,9574

Tableau 2 : Régressions de VAR(V) en fonction de différentes variables

1.2.2. Démarche

Le coefficient e obtenu par régression logarithmique sur la proportionnalité de $\text{var}(V)$ est le coefficient correctif de la pondération. e est en général compris entre 1 et 2. On choisit pour faciliter les calculs la valeur entière 1 ou 2 la plus proche de e . On cherche les nouveaux coefficients pondérés de la régression :

$$V = a + b.C^2H \quad (1)$$

en divisant les deux termes de l'équation par (Caillez et Plan, 1979):

$$\sqrt{k} (C^2H)^e$$

$$A = \frac{V}{\sqrt{k} (C^2H)^e} \quad \text{est alors indépendante de la circonférence de variance 1.}$$

Avec $e \approx 2$, (1) équivaut à :

$$\frac{V}{\sqrt{k}(C^2H)^2} = \frac{b}{\sqrt{k}} + \frac{a}{\sqrt{k}(C^2H)^2}$$

Soit $A = b' + a' \cdot \frac{1}{C^2H}$ avec $b' = \frac{b}{\sqrt{k}}$ $a' = \frac{a}{\sqrt{k}}$

La régression linéaire de premier ordre $A = b' + a' / C^2H$ donne les coefficients pondérés a' et b' . En multipliant alors par C^2H , on obtient :

$$V_{\text{pond}} = a' + b'.C^2H$$

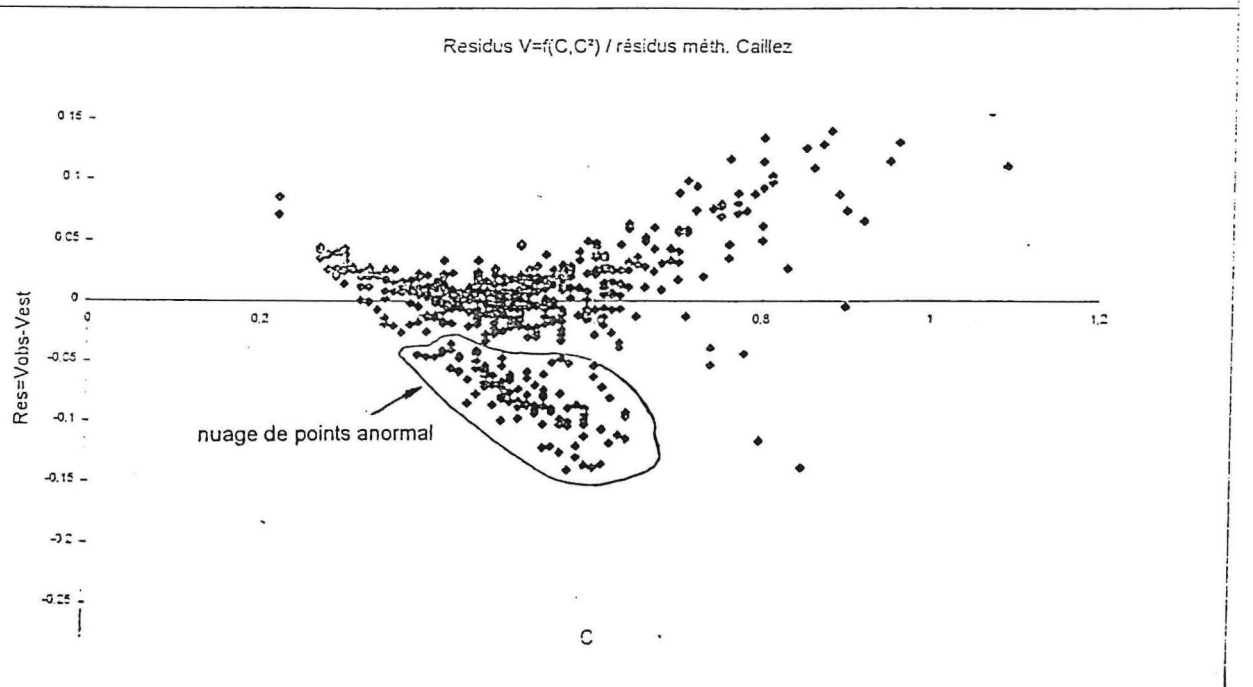
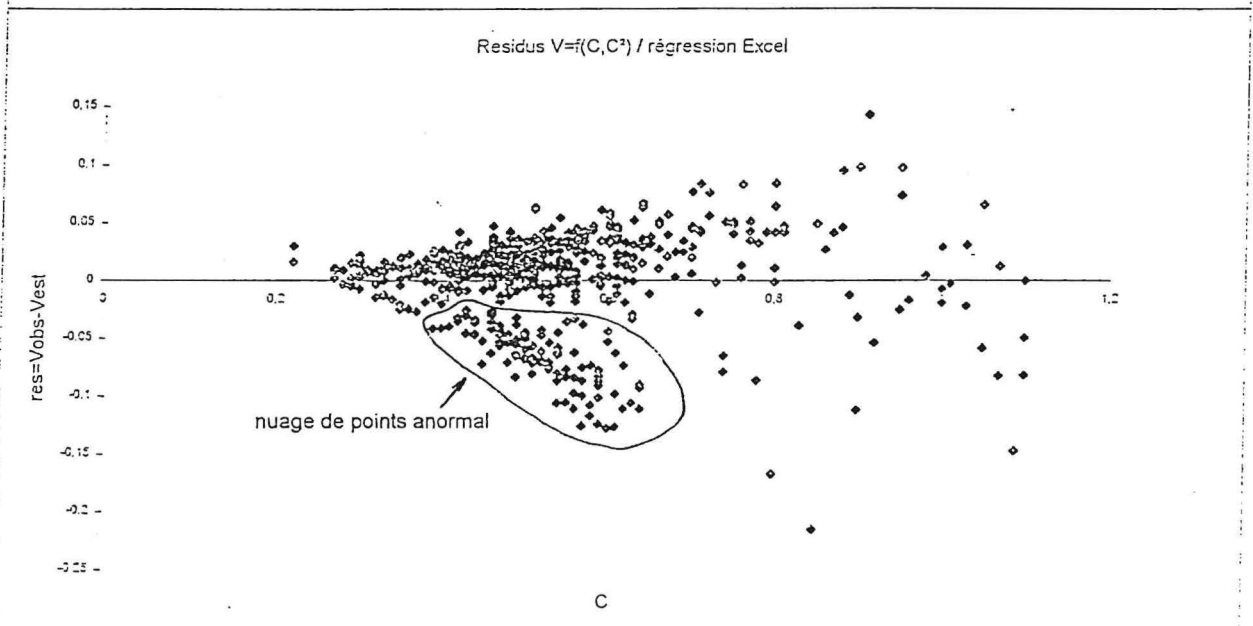
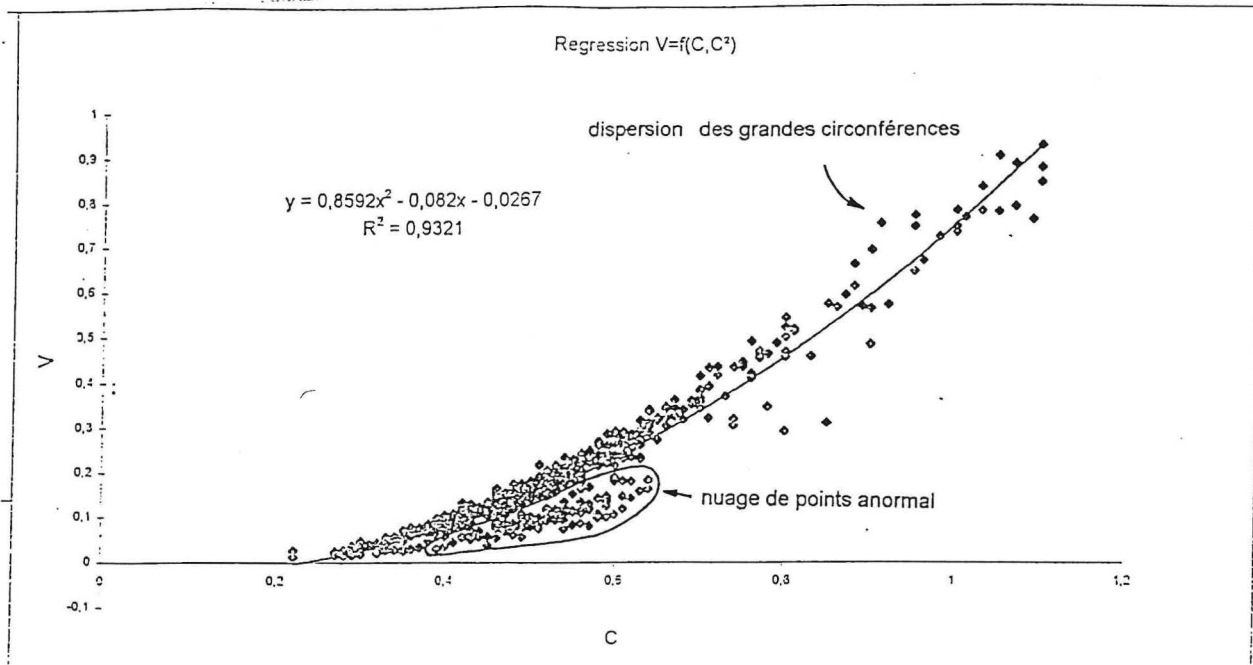
II. Résultats

II. 1. Limites de la méthode

L'observation de la distribution des circonférences (cf graphe 1) par rapport aux volumes montre nettement la présence d'au moins deux peuplements distincts. Les tarifs $V = a + b.C^2$ et $V = a + b.C + c.C^2$ présentent un nuage de points nettement séparé du groupe principal pour lesquels les volumes sont systématiquement surestimés. On retrouve cet écart pour le schéma des résidus. Les mesures sylvicoles ont été obtenues à partir d'arbres appartenant manifestement à des peuplements hétérogènes. Ils correspondraient à des stations de classe de fertilité différente. Par conséquent, on ne peut pas retenir ces tarifs à simple entrée comme généralisables pour l'espèce.

On remarque cependant que l'hétérogénéité des peuplements au niveau de la circonférence s'estompe quand on prend en compte la hauteur des arbres. Les seuls tarifs calculés ayant une validité sont de la forme $V=f(C^2H)$. Pourtant, le graphe des résidus(cf graphe 2) fait encore ressortir un autre groupe diffus qui "surnage" le groupe principal mais on négligera cet effet.

Graph 1 : Représentation des volumes en fonction des circonférences Résultats des régressions $V=f(C, C^2)$



II.2. Equations des tarifs de cubage

II.2.1 Equations retenues et domaines de validité

Les différentes équations de tarif sont reportées sur le tableau 3. Les équations 1, 2, 3, 7 ne sont pas présentées pour les raisons citées en II.1.

La représentation graphique de ces tarifs (cf graphe 2) montrent une meilleure précision pour les petites et moyennes valeurs avec la régression ajustée par la méthode des moindres carrés (Caillez, 1979) et plus encore avec la régression pondérée. Mais la validité est moins bonne vis-à-vis des grandes valeurs ($C^2H > 16,81$ ou $\text{rac}(C^2H) > 4,1$), la pondération corrigeant l'estimation des petites observations.

C'est pourquoi on définit des domaines de validité pour les différentes équations qui conviennent le mieux aux petites et aux grandes observations. On retient en définitive les équations qui présentent le meilleur coefficient de détermination r^2 .

Pour $C^2H > 16,81$ ou $C^2H > 4,1$ on retient :

$$V_{\text{boisfort}} = -0,1163 + 0,1091 \cdot \sqrt{C^2H} + 0,0109 \cdot C^2H$$

Pour $C^2H < 16,81$ ou $C^2H < 4,1$ on retient :

$$V_{\text{pond}} = 0,0085 \cdot \sqrt{C^2H} + 0,0296 \cdot C^2H$$

II.2.2. Commentaires

il faut rappeler que les équations de tarifs de cubage sont valables pour des arbres aux circonférences comprises entre 22 et 110 cm. L'hétérogénéité du peuplement source ne permet malheureusement pas de déduire un tarif à une entrée dans ce document. Il faudrait pour cela considérer un autre peuplement sur lequel une série de calculs analogues serait menée.

Lorsque toutes les hauteurs totales ne sont pas mesurées sur le peuplement, on peut néanmoins envisager d'utiliser le tarif à deux entrées de deux façons :

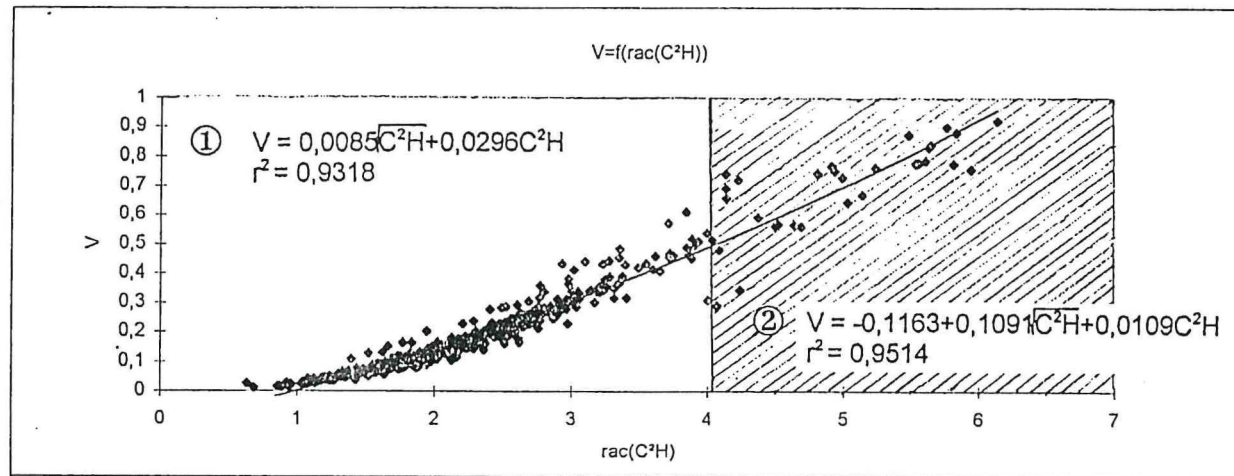
Si l'ensemble des arbres mesurés est important, on peut déduire par régression linéaire $H=f(C)$ les hauteurs des arbres non mesurés et ainsi calculer les tarifs de cubage. Sinon, on peut se contenter en première approximation d'utiliser la hauteur dominante du peuplement et de l'appliquer à l'ensemble des observations.

Tableau 3 : Equations de tarifs de cubage pour le Gmelina arborea

n° Tarif	hypothèse proportionnalité	tarif non pondéré	r^2	Tarif pondéré	r^2
4	$\text{var}(V)=k.C^2H$	$V = 0,00459912 + 0,76909463.C^2H$	0,9287	$V_{\text{pond}} = -0,0029+0,0342 C^2H$	0,9288
5	$\text{var}(V)=k.(C^2H)^2$	$V = - 0,00289931+0,0001187\sqrt{C^2H}+0,03416313 C^2H$	0,9318	$V_{\text{pond}} = 0,0085\sqrt{C^2H}+0,0296 C^2H$	0,9318
6	$\text{var}(V)=k.C^2H$	$V = - 0,04821185+0,051998038\sqrt{C^2H}+0,021152814 C^2H$	0,9447	$V_{\text{pond}} = 0,0038 C^2H+0,0353\sqrt{C^2H}$	0,9275
8	-	$V = 0,029 + 0,0279.C^2H$	0,9288	$V_{\text{pond}} = -0,0029+0,0342 C^2H$	0,9288
9	-	$V = - 0,1163+0,1091\sqrt{C^2H}+0,0109 C^2H$	0,9514	$V_{\text{pond}} = 0,0085\sqrt{C^2H}+0,0296 C^2H$	0,9318

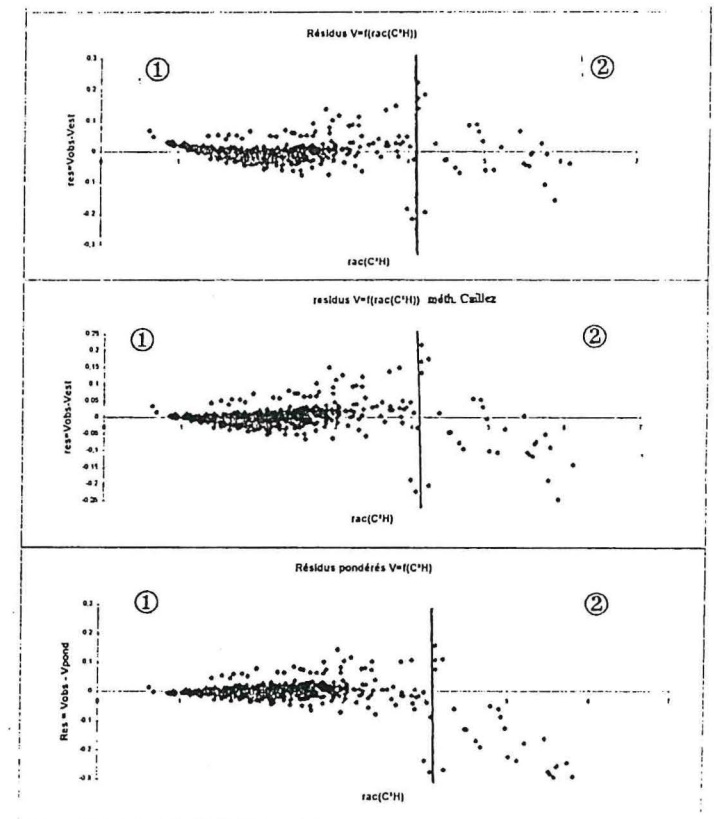
tarif retenu

Domaines de validité des régressions :



Graph 2 : Représentation graphique du tarif de cubage

Schéma des résidus



Bibliographie

Ballé Pity, 1982. *Mise en place d'un dispositif CCT Plot de Gmelina arborea L. À la Sangoué.* CTFT-CI. 2 p (document interne)

Caillez.F et Blanc.A, 1979. *Description du programme de calcul de tarifs de cubage d'arbre - note statistique n°17*, CTFT Nogent/Marne (58p).

Memento du Forestier, 1989. CTFT. p 252

N'Guessan.A, 1987. *Tarifs de cubage pour le Gmelina arborea*, CTFT, Abidjan, Côte d'Ivoire, (document interne)

Annexes

Annexe 1 : Table de données. Fichier source

Annexe 2 : Graphes de régression. Schéma de répartition des résidus

VOLUME (M3)	CIRC (M)	HAUT (M)
0.016	0.27	10.00
0.015	0.28	10.00
0.037	0.29	15.20
0.033	0.30	12.00
0.037	0.30	15.40
0.033	0.32	12.40
0.044	0.32	11.30
0.053	0.33	15.80
0.055	0.33	15.70
0.029	0.34	11.00
0.062	0.35	16.50
0.052	0.35	13.70
0.031	0.36	9.40
0.068	0.37	16.80
0.073	0.37	17.00
0.085	0.38	17.20
0.071	0.39	12.50
0.098	0.39	18.00
0.031	0.39	8.50
0.105	0.40	18.70
0.088	0.40	15.80
0.089	0.40	17.00
0.102	0.41	18.50
0.092	0.41	14.30
0.102	0.41	16.00
0.107	0.42	18.00
0.114	0.42	17.00
0.113	0.42	18.50
0.083	0.42	13.40
0.117	0.43	20.00
0.112	0.43	18.00
0.072	0.43	14.50
0.117	0.44	16.00
0.068	0.44	11.80
0.122	0.44	17.50
0.103	0.45	15.50
0.135	0.45	17.70
0.132	0.45	13.00
0.091	0.46	13.40
0.112	0.46	14.70
0.145	0.46	19.00
0.141	0.46	19.20
0.153	0.46	19.00
0.165	0.46	19.30
0.118	0.46	17.00
0.118	0.46	15.00
0.139	0.47	17.50
0.078	0.47	10.60
0.148	0.47	21.20
0.079	0.48	11.90
0.130	0.48	18.30

VOLUME (M3)	CIRC (M)	HAUT (M)
0.023	0.27	11.60
0.019	0.29	9.00
0.048	0.30	16.00
0.044	0.30	14.00
0.040	0.31	16.00
0.040	0.32	12.20
0.027	0.33	9.70
0.047	0.33	13.50
0.048	0.33	14.50
0.025	0.35	7.40
0.070	0.35	16.50
0.066	0.36	16.10
0.034	0.37	9.70
0.067	0.37	13.00
0.067	0.37	15.50
0.048	0.38	12.70
0.081	0.39	17.10
0.095	0.39	17.00
0.058	0.40	11.50
0.072	0.40	12.50
0.072	0.40	15.20
0.096	0.40	19.00
0.108	0.41	17.00
0.107	0.41	17.00
0.045	0.41	9.50
0.091	0.42	14.20
0.099	0.42	17.50
0.095	0.42	14.30
0.114	0.42	18.30
0.131	0.43	12.50
0.115	0.43	16.60
0.067	0.43	12.60
0.122	0.44	19.80
0.058	0.44	11.70
0.123	0.44	17.20
0.124	0.45	18.50
0.132	0.45	19.00
0.128	0.45	17.50
0.082	0.46	13.00
0.088	0.46	14.00
0.133	0.46	18.50
0.140	0.46	17.80
0.148	0.46	18.50
0.151	0.46	19.00
0.112	0.46	16.40
0.112	0.47	15.00
0.069	0.47	11.30
0.093	0.47	13.10
0.107	0.47	15.00
0.169	0.48	20.00
0.161	0.48	21.60

FICHER CIDUP.DAT (circonférences < ou = à 1,100)

TABLEAU DES DONNEES

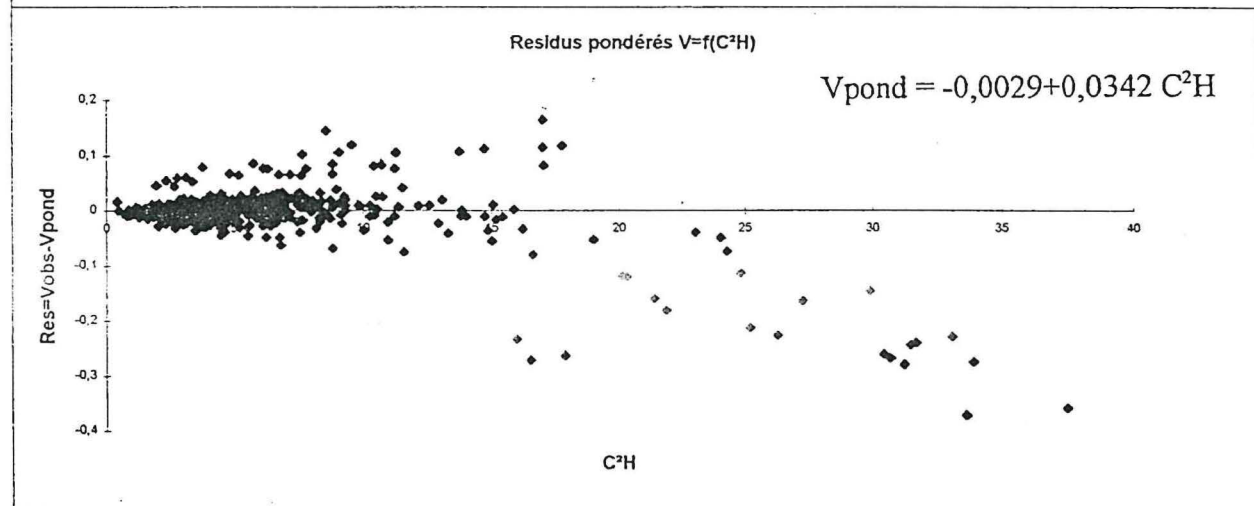
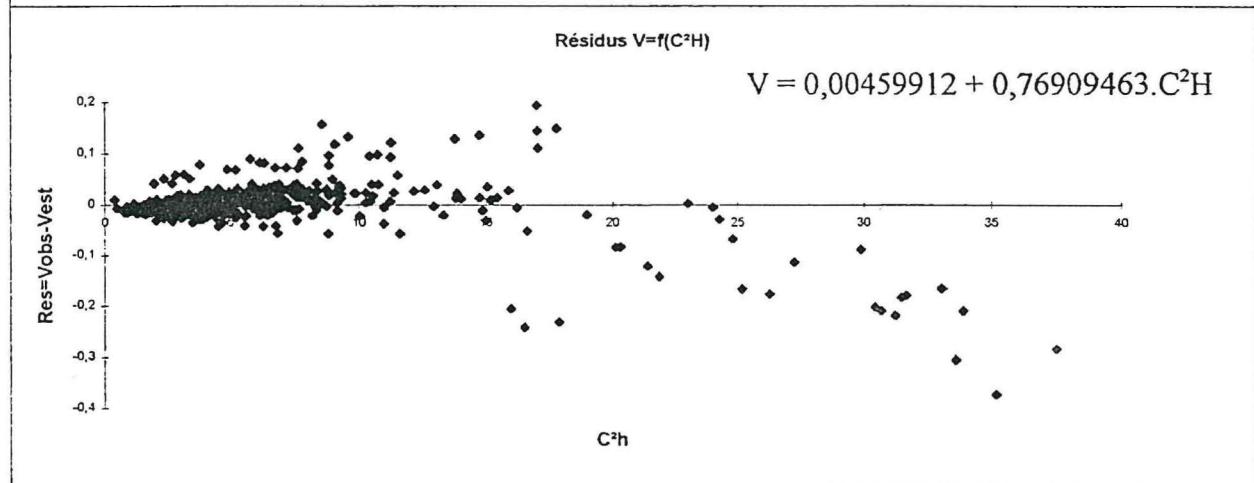
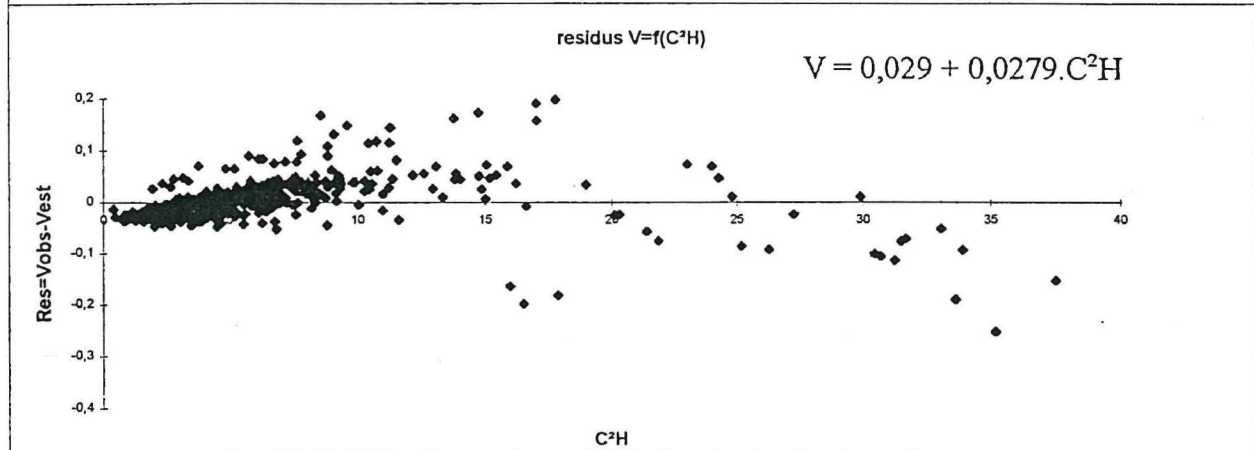
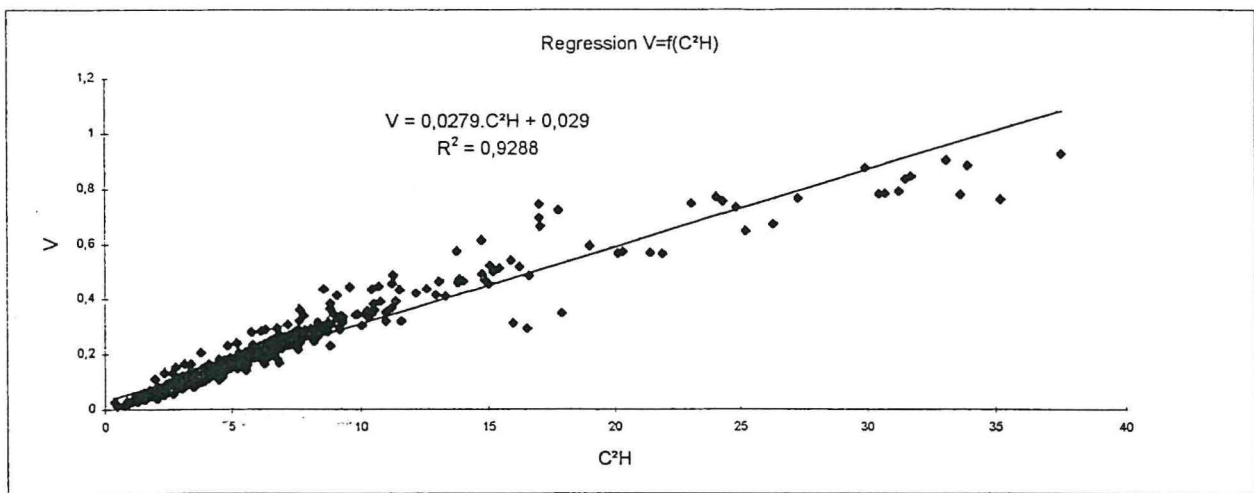
VOLUME (M3)	CIRC (M)	HAUT (M)	VOLUME (M3)	CIRC (M)	HAUT (M)
0.027	0.22	8.10	0.013	0.22	9.50
0.025	0.27	11.30	0.027	0.28	11.00
0.024	0.29	10.80	0.017	0.29	10.30
0.038	0.30	15.30	0.042	0.30	15.50
0.019	0.30	10.00	0.029	0.30	9.50
0.039	0.31	12.60	0.038	0.31	16.00
0.032	0.32	11.30	0.021	0.32	8.60
0.028	0.33	11.70	0.053	0.33	17.00
0.056	0.33	15.80	0.049	0.33	16.00
0.054	0.33	14.00	0.057	0.34	16.60
0.046	0.35	11.40	0.030	0.35	9.00
0.061	0.35	16.10	0.069	0.35	14.40
0.060	0.36	13.00	0.078	0.36	16.00
0.072	0.37	16.40	0.076	0.37	17.00
0.073	0.37	16.00	0.076	0.37	14.70
0.076	0.38	15.10	0.066	0.38	12.80
0.078	0.38	16.20	0.096	0.39	16.50
0.083	0.39	15.60	0.087	0.39	15.80
0.096	0.39	18.00	0.058	0.39	12.50
0.037	0.40	10.00	0.037	0.40	9.60
0.090	0.40	15.80	0.096	0.40	17.90
0.072	0.40	12.70	0.071	0.40	13.80
0.090	0.40	19.10	0.095	0.40	17.50
0.078	0.41	13.00	0.080	0.41	15.00
0.090	0.41	14.70	0.094	0.41	17.40
0.056	0.42	11.00	0.059	0.42	13.00
0.120	0.42	17.50	0.110	0.42	17.30
0.105	0.42	17.80	0.110	0.42	11.00
0.122	0.42	19.00	0.081	0.42	11.60
0.095	0.42	16.00	0.133	0.42	18.90
0.108	0.43	16.00	0.101	0.43	14.70
0.104	0.43	15.60	0.089	0.43	16.00
0.052	0.43	12.50	0.069	0.44	11.50
0.057	0.44	9.50	0.070	0.44	11.70
0.110	0.44	19.00	0.115	0.44	14.70
0.119	0.44	19.00	0.132	0.45	18.30
0.039	0.45	10.00	0.133	0.45	19.00
0.133	0.45	20.00	0.115	0.45	17.00
0.133	0.45	17.80	0.059	0.45	11.20
0.076	0.46	11.30	0.090	0.46	12.60
0.113	0.46	17.80	0.156	0.46	19.20
0.150	0.46	19.50	0.116	0.46	17.70
0.140	0.46	18.70	0.132	0.46	19.00
0.118	0.46	16.80	0.055	0.46	9.90
0.146	0.46	18.00	0.146	0.46	19.00
0.122	0.46	14.20	0.125	0.46	17.90
0.156	0.47	19.90	0.137	0.47	18.00
0.129	0.47	16.20	0.146	0.47	17.40
0.072	0.47	11.50	0.086	0.47	13.00
0.084	0.47	11.60	0.086	0.47	12.50
0.120	0.48	14.70	0.151	0.48	17.50

VOLUME (M3)	CIRC (M)	HAUT (M)	VOLUME (M3)	CIRC (M)	HAUT (M)
0.133	0.48	15.60	0.143	0.48	16.60
0.137	0.48	19.40	0.175	0.48	19.50
0.086	0.48	12.70	0.136	0.48	16.20
0.062	0.48	10.70	0.125	0.48	17.00
0.102	0.49	13.70	0.084	0.49	11.90
0.152	0.49	17.00	0.131	0.49	18.90
0.152	0.49	11.50	0.150	0.49	19.60
0.108	0.49	14.50	0.148	0.49	20.70
0.159	0.49	18.70	0.151	0.49	17.30
0.089	0.49	12.00	0.075	0.49	11.70
0.165	0.50	20.00	0.168	0.50	18.00
0.080	0.50	11.00	0.168	0.50	19.50
0.149	0.50	17.00	0.146	0.50	15.40
0.098	0.50	11.30	0.103	0.50	14.50
0.158	0.50	18.00	0.091	0.50	12.50
0.145	0.50	18.50	0.156	0.51	18.20
0.217	0.51	22.00	0.193	0.51	20.00
0.161	0.51	18.50	0.166	0.51	18.50
0.184	0.51	20.00	0.179	0.51	18.20
0.089	0.51	12.10	0.084	0.51	13.60
0.162	0.51	18.40	0.152	0.51	16.50
0.178	0.52	18.30	0.121	0.52	14.20
0.102	0.52	12.20	0.200	0.52	20.50
0.177	0.52	17.80	0.206	0.52	19.50
0.199	0.52	20.00	0.192	0.52	19.10
0.204	0.53	20.00	0.097	0.53	13.50
0.095	0.53	11.50	0.184	0.53	17.50
0.196	0.53	20.00	0.204	0.53	20.00
0.118	0.53	13.00	0.162	0.53	17.30
0.193	0.54	19.50	0.192	0.54	19.50
0.212	0.54	20.80	0.196	0.54	18.50
0.122	0.54	13.50	0.135	0.54	14.10
0.177	0.54	17.00	0.109	0.54	13.00
0.118	0.54	14.10	0.189	0.55	20.00
0.203	0.55	22.00	0.186	0.55	19.50
0.225	0.55	20.60	0.204	0.55	22.00
0.084	0.55	11.60	0.115	0.55	11.70
0.201	0.56	20.60	0.230	0.56	19.40
0.184	0.56	17.50	0.135	0.56	14.40
0.188	0.56	20.00	0.238	0.56	20.00
0.087	0.56	10.20	0.221	0.56	20.00
0.233	0.56	21.00	0.110	0.56	12.50
0.081	0.57	10.70	0.131	0.57	13.20
0.120	0.57	13.70	0.249	0.57	20.00
0.244	0.57	20.00	0.117	0.57	13.50
0.099	0.58	10.50	0.239	0.58	20.00
0.142	0.58	13.90	0.269	0.58	23.00
0.244	0.59	20.00	0.237	0.59	21.70
0.226	0.59	20.00	0.259	0.59	20.00
0.134	0.59	13.50	0.230	0.59	20.00
0.229	0.59	20.00	0.237	0.60	18.80
0.181	0.60	18.80	0.216	0.60	21.00
0.292	0.60	22.40	0.289	0.60	21.00
0.190	0.60	17.90	0.267	0.60	23.00
0.278	0.61	21.00	0.246	0.61	22.00
0.263	0.61	20.00	0.258	0.61	18.00

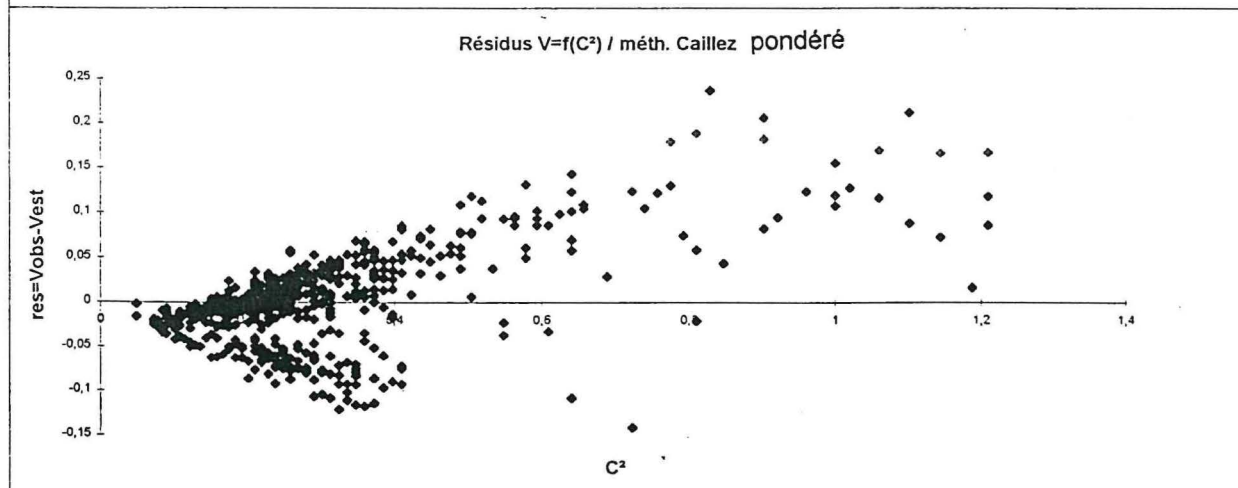
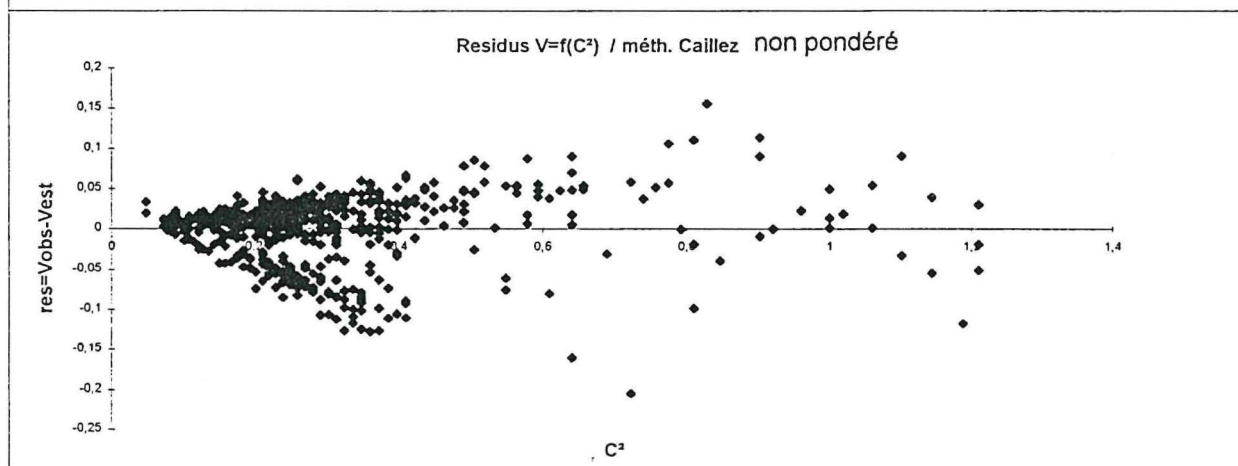
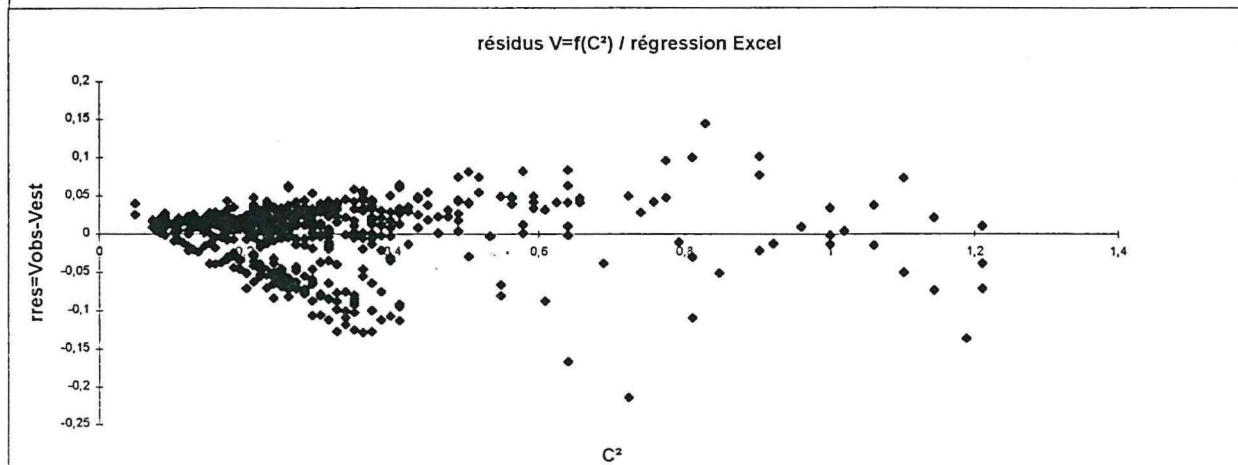
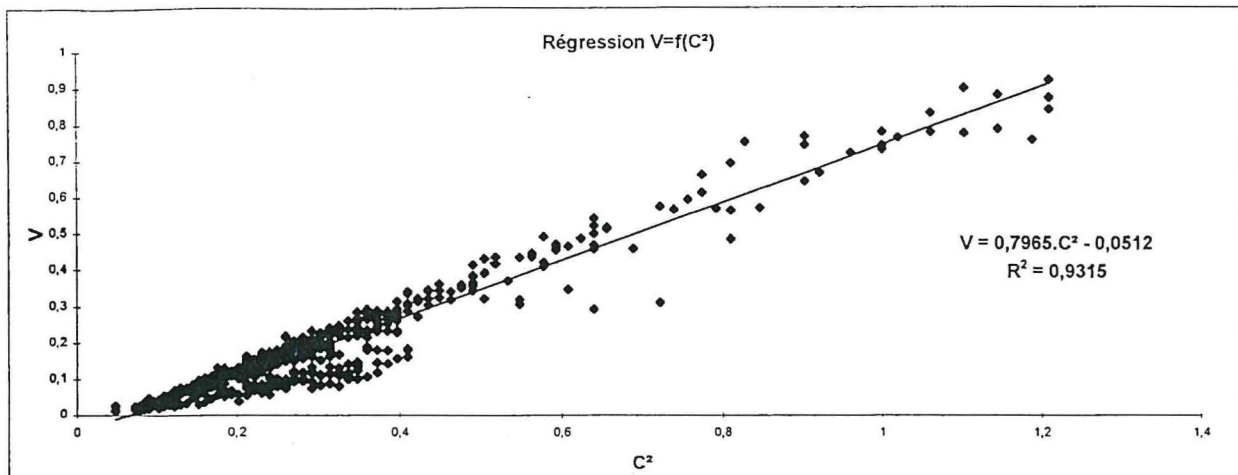
VOLUME (M3)	CIRC (M)	HAUT (M)	VOLUME (M3)	CIRC (M)	HAUT (M)
0.141	0.48	18.10	0.140	0.48	16.80
0.147	0.48	17.20	0.161	0.48	20.00
0.135	0.48	18.00	0.174	0.48	19.60
0.120	0.48	15.40	0.154	0.49	18.30
0.147	0.49	17.20	0.158	0.49	17.50
0.057	0.49	11.10	0.077	0.49	11.80
0.161	0.49	19.00	0.165	0.49	14.00
0.170	0.49	21.00	0.176	0.49	19.00
0.144	0.49	16.00	0.165	0.49	13.00
0.164	0.50	18.30	0.182	0.50	18.00
0.171	0.50	20.50	0.088	0.50	12.50
0.101	0.50	13.50	0.098	0.50	13.00
0.161	0.50	18.50	0.098	0.50	11.60
0.142	0.50	22.20	0.162	0.50	19.00
0.161	0.50	18.40	0.080	0.50	12.40
0.173	0.51	20.00	0.075	0.51	11.60
0.219	0.51	22.00	0.163	0.51	17.90
0.188	0.51	19.00	0.160	0.51	17.20
0.183	0.51	20.00	0.154	0.51	17.20
0.162	0.51	18.00	0.099	0.51	12.50
0.150	0.52	17.10	0.185	0.52	18.30
0.158	0.52	19.40	0.191	0.52	20.00
0.093	0.52	12.50	0.116	0.52	14.00
0.175	0.52	16.60	0.095	0.52	11.10
0.157	0.52	19.00	0.185	0.52	19.70
0.101	0.53	12.30	0.166	0.53	17.80
0.206	0.53	20.00	0.217	0.53	22.20
0.208	0.53	22.30	0.158	0.53	15.70
0.206	0.54	19.00	0.198	0.54	18.50
0.193	0.54	18.00	0.183	0.54	19.00
0.189	0.54	18.70	0.214	0.54	20.00
0.075	0.54	8.00	0.116	0.54	12.60
0.234	0.54	20.00	0.094	0.54	10.00
0.112	0.55	12.70	0.218	0.55	21.00
0.153	0.55	13.00	0.112	0.55	13.50
0.230	0.55	16.00	0.200	0.55	18.30
0.225	0.56	20.00	0.179	0.56	16.50
0.114	0.56	12.00	0.164	0.56	20.00
0.114	0.56	12.50	0.195	0.56	17.80
0.205	0.56	12.00	0.242	0.56	24.40
0.202	0.56	18.90	0.231	0.56	21.20
0.248	0.57	21.20	0.168	0.57	21.00
0.231	0.57	20.30	0.223	0.57	21.00
0.246	0.57	20.00	0.240	0.57	18.00
0.262	0.58	21.00	0.262	0.58	22.50
0.216	0.58	19.60	0.108	0.58	10.60
0.142	0.59	12.70	0.224	0.59	19.30
0.147	0.59	12.50	0.101	0.59	11.20
0.285	0.59	24.40	0.138	0.59	13.60
0.221	0.59	20.00	0.124	0.59	12.60
0.270	0.60	21.00	0.280	0.60	16.00
0.107	0.60	12.50	0.280	0.60	22.30
0.270	0.60	21.00	0.283	0.60	24.00
0.268	0.60	21.60	0.266	0.60	20.00
0.118	0.61	12.50	0.146	0.61	14.00
0.287	0.61	21.00	0.181	0.61	15.00

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

VOLUME (M3)	CIRC (M)	HAUT (M)	VOLUME (M3)	CIRC (M)	HAUT (M)
0.239	0.61	19.30	0.123	0.61	13.10
0.279	0.61	22.70	0.265	0.62	17.70
0.286	0.62	21.50	0.219	0.62	20.30
0.234	0.62	17.30	0.244	0.62	20.00
0.285	0.62	16.00	0.297	0.62	17.00
0.283	0.63	20.00	0.267	0.63	20.00
0.294	0.63	17.00	0.267	0.63	20.00
0.282	0.63	22.00	0.222	0.63	20.00
0.308	0.64	17.50	0.292	0.64	21.00
0.184	0.64	13.00	0.310	0.64	22.70
0.302	0.64	22.30	0.151	0.64	12.70
0.336	0.64	22.70	0.324	0.65	20.00
0.321	0.65	18.00	0.158	0.66	14.40
0.321	0.66	21.10	0.356	0.66	25.00
0.344	0.67	22.00	0.250	0.67	23.20
0.340	0.68	20.00	0.170	0.69	12.30
0.382	0.70	21.40	0.405	0.70	17.00
0.384	0.70	18.00	0.373	0.70	15.00
0.390	0.71	21.30	0.227	0.71	16.50
0.392	0.71	22.50	0.364	0.72	22.00
0.370	0.73	21.00	0.439	0.73	23.20
0.319	0.74	20.00	0.373	0.75	21.00
0.444	0.75	17.00	0.475	0.76	19.00
0.421	0.76	21.00	0.469	0.76	21.00
0.471	0.77	23.30	0.434	0.77	20.00
0.487	0.79	18.00	0.487	0.79	27.10
0.469	0.80	23.20	0.312	0.80	20.90
0.522	0.80	23.50	0.513	0.80	19.00
0.459	0.83	20.00	0.551	0.85	25.80
0.566	0.86	27.20	0.613	0.87	19.50
0.662	0.88	22.00	0.644	0.88	25.10
0.694	0.90	21.00	0.478	0.90	25.80
0.572	0.92	24.00	0.804	0.94	30.50
0.769	0.95	26.60	0.533	0.96	23.00
0.780	1.00	30.70	0.640	1.00	27.60
0.765	1.01	26.70	0.788	1.02	28.30
0.900	1.05	30.00	0.908	1.05	30.70
0.788	1.07	27.30	0.710	1.07	27.00
0.923	1.10	31.00	1.035	1.10	30.20



Equations en fonction de C^2



Equations en fonction de $\sqrt{C^2H}$, C^2H

